

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

# System for diagnosing engine exhaust gas purifying device and system for diagnosing sensor

Patent Number: ☐ US531092  
Publication date: 1994-08-30  
Inventor(s): MUKAIHIRA TAKASHI (JP); KAWANO KAZUYA (JP); TAKAKU YUTAKA (JP); ISHII TOSHIO (JP); KURIHARA NOBU (JP)  
Applicant(s): HITACHI LTD (JP)  
Requested Patent: ☐ DE4243339  
Application Number: US19920994344 19921221  
Priority Number(s): JP19910338220 19911220  
IPC Classification: F01N3/28  
EC Classification: F01N11/00C, G01M15/00D4E2  
Equivalents: ☐ JP5171924, KR232380

## Abstract

A system which is capable of diagnosing the deterioration condition of an engine exhaust gas purifying device has front and rear air/fuel ratio sensors for detecting the air/fuel ratio of the exhaust gas upstream and downstream of the catalyst, an autocorrelation function calculation for calculating the autocorrelation function  $\phi_{xx}$  of an output signal from the front air/fuel ratio sensor to output the maximum values  $(\phi_{xx})_{\max}$  of the autocorrelation function  $\phi_{xx}$  at predetermined intervals, each maximum value  $(\phi_{xx})_{\max}$  being in each of the predetermined intervals. A cross-correlation function calculator calculates the cross-correlation function  $\phi_{xy}$  between the output signals from the front and rear air/fuel ratio sensors to output the maximum values  $(\phi_{xy})_{\max}$  of the mutual correlation function  $\phi_{xy}$  at predetermined intervals, each maximum value  $(\phi_{xy})_{\max}$  being in each of the predetermined intervals therefore. The ratios between the maximum values  $(\phi_{xy})_{\max}$  and  $(\phi_{xx})_{\max}$  (successive deterioration index PHI i) are calculated to determine the deterioration condition of the catalyst by comparing the ratio with a predetermined reference value.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 42 43 339.8  
②② Anmeldetag: 21. 12. 92  
②③ Offenlegungstag: 24. 6. 93

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③④  
20.12.91 JP 3-338220

⑦① Anmelder:  
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

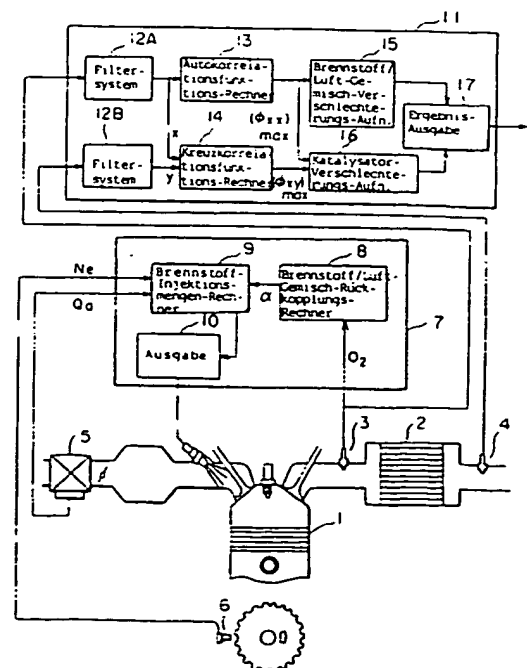
⑦④ Vertreter:  
Beetz, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Timpe, W., Dr.-Ing.;  
Siegfried, J., Dipl.-Ing.; Schmitt-Fumian, W., Prof.  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Mayr, C.,  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦② Erfinder:  
Kurihara, Nobuo, Hitachiota, Ibaraki, JP; Ishii,  
Toshio, Mito, Ibaraki, JP; Mukaihira, Takashi;  
Kawano, Kazuya; Takaku, Yutaka, Katsuta, Ibaraki,  
JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ System für die Überwachung einer Abgasreinigungseinrichtung eines Motors und für die Überwachung eines Sensors

⑤⑦ Ein System zur Überwachung der Verschlechterung einer Motor-Abgasreinigungseinrichtung umfaßt vordere und hintere Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensoren (3) und (4) zur Messung des Brennstoff/Luft-Gemisches des Abgases oberhalb und unterhalb des Katalysators, einen Autokorrelationsfunktionsrechner (13) für die Berechnung der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  eines Ausgangssignals des vorderen Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensors (3), der das Maximum  $(\Phi_{xx})_{max}$  der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  innerhalb vorbestimmter Intervalle ausgibt; einen Kreuzkorrelationsfunktionsrechner (14) zur Berechnung der Kreuzkorrelationsfunktion  $\Phi_{xy}$  zwischen dem Ausgangssignal vom vorderen und hinteren Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensor (3) und (4), der das Maximum  $(\Phi_{xy})_{max}$  der Korrelationsfunktion  $\Phi_{xy}$  innerhalb vorgegebener Intervalle ausgibt; eine Einrichtung (16) für die Berechnung der Maxima  $(\Phi_{xy})_{max}$  und  $(\Phi_{xx})_{max}$  (nachfolgende Verschlechterungsindizes  $\Phi_i$ ), der die Verschlechterungsbedingung des Katalysators (2) durch Vergleich des Verhältnisses mit einem vorgegebenen Referenzwert bestimmt.



Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein System für die Überwachung einer Abgasreinigungseinrichtung eines Motors, das einen Katalysator und einen Sensor für das Kraftstoff/Luft-Gemisch oder die Sauerstoffkonzentration (im folgenden mit Kraftstoff/Luft-Gemisch bezeichnet) verwendet.

Eine Einrichtung für die Reinigung von Motorabgasen umfaßt im wesentlichen einen Katalysator und eine Steuereinheit mit Kraftstoff/Luft-Gemisch-Rückkopplung (closed-loop = geschlossener Regelkreis). Der Katalysator wird bei vielen Abgasen für die Eliminierung von HC, NO<sub>x</sub> und CO aus den Abgasen eingesetzt. Es ist notwendig, das Brennstoff/Luft-Verhältnis konstant zu halten, um das Funktionieren des Katalysators zu gewährleisten. Dementsprechend wird ein Sauerstoffsensor oberhalb des Katalysators eingebaut, so daß die Rückkopplungskontrolleinheit für das Brennstoff/Luft-Verhältnis die Brennstoffzufuhr steuert, um damit das gewünschte Brennstoff/Luft-Verhältnis herzustellen.

Wenn sich die Funktion des Sauerstoffsensors oberhalb des Katalysators verschlechtert, wobei der Katalysator ein gewöhnlicher Dreiwegekatalysator ist, fällt das Brennstoff/Luft-Gemisch nicht in den engen Bereich um das stöchiometrische Brennstoff/Luft-Verhältnis, was zu einer Verminderung der Umwandlungseffizienz in bezug auf schädliche Komponenten führt. Wenn die Wirkung des Katalysators an sich leidet, sinkt die Umwandlungseffizienz für schädliche Komponenten, auch wenn das Brennstoff/Luft-Verhältnis genau beibehalten wird.

Wegen dieses Problems muß die Verschlechterung des Katalysators genau festgestellt werden. Jedoch wurde bislang kein Überwachungssystem entwickelt, welches die Wirkungsver schlechterung während des Motorbetriebs überwacht und gegensteuert.

Eine solche Technologie zur Bestimmung der Verschlechterung des Katalysators umfaßt beispielsweise eine Einrichtung für die Bestimmung des Verschlechterungsgrades eines Katalysators bei einem Verbrennungsmotor nach JP-A-2-3091. In dieser Einrichtung werden Sauerstoffsensoren vor und nach dem Katalysator eingebaut, um den Zeitunterschied zwischen dem Zeitpunkt, wenn das Ausgangssignal des vorderen Sauerstoffsensors umgewandelt wird und der Zeit, wenn das Ausgangssignal des hinteren Sensors umgewandelt wird, zu bestimmen. Eine Betriebsverschlechterung des Katalysators wird durch die gemessene Zeitdifferenz bestimmt. Insbesondere wird aus einer kurzen Zeitdifferenz geschlossen, daß sich der Katalysator verschlechtert hat.

Die vorliegende Erfindung soll die oben genannten Probleme beseitigen. Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System und ein Verfahren zu schaffen, mit dem eine Verschlechterung des Brennstoff/Luft-Gemisch- oder Sauerstoff-Sensors und eine Verschlechterung des Katalysators beim Betrieb der Maschine überwacht werden kann.

Als ein Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System für die Überwachung der Verschlechterung einer Motor-Abgasreinigungsanlage mit einem Katalysator zur Reinigung der Abgase eines Motors mit einer Steuereinrichtung für das Brennstoff/Luft-Gemisch zur Anpassung der eingespritzten Luftmenge geschaffen, wobei die Konzentration des Sauerstoffes oder das Brennstoff/Luft-Gemisch gemessen und so gesteuert wird, daß das Brennstoff/Luft-Gemisch im Abgas kon-

stantgehalten wird. Dieses System enthält:

einen vorderen Brennstoff/Luft-Sensor für die Messung der Sauerstoffkonzentration oder des Brennstoff/Luft-Gemisches im Abgas vor der Reinigung durch den Katalysator; einen hinteren Brennstoff/Luft-Sensor für die Messung der Sauerstoffkonzentration oder des Brennstoff/Luft-Gemisches im Abgas nach der Reinigung durch den Katalysator; ein Filtersystem, das die Signale in einem Frequenzband unterhalb der Steuerfrequenz für das Brennstoff/Luft-Gemisch der Steuereinheit in den Signalen von vorderen und hinteren Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensoren abschwächt; Korrelationsfunktionsrechner für die Berechnung der Korrelationsfunktion des Signals, welches vom Filtersystem ausgegeben wird; und einen Katalysatorzustandsaufnehmer für die Erfassung der Katalysatorverschlechterung, basierend auf dem Wert der Korrelationsfunktion, wobei der Zustand der Motorabgas-Reinigungseinrichtung ermittelt wird aus der Katalysatorverschlechterung, die durch den Katalysatorbedingungs aufnehmer ermittelt wurde.

Der Korrelationsfunktionsrechner umfaßt vorzugsweise:

einen Autokorrelationsfunktionsrechner zur Berechnung und zur Ausgabe der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  eines Signals, das von dem vorderen Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensor in das Filtersystem eingelesen wurde; Kreuzkorrelationsfunktionsrechner für die Berechnung und Ausgabe der Kreuzkorrelationsfunktion  $\Phi_{xy}$  der Kreuzkorrelation zwischen den Signalen des vorderen und des hinteren Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensors, die beide vom Filtersystem verarbeitet wurden; und einen Verschlechterungsindexrechner für die Ausgabe des Verhältnisses von der Kreuzkorrelationsfunktion  $\Phi_{xy}$  zu der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  in Form eines Verschlechterungsindex  $\Phi_i$ ; der Katalysatorzustandsaufnehmer hat einen vorgegebenen Referenzwert und kann die Katalysatorverschlechterung durch Vergleich des Verschlechterungsindex  $\Phi_i$  mit dem Referenzwert bestimmen.

Der Verschlechterungsindexrechner gibt als die aufeinanderfolgenden Verschlechterungsindizes  $\Phi_i$  in vorgegebenen Intervallen das Verhältnis zwischen dem Maximum  $(\Phi_{xy})_{\max}$  der Kreuzkorrelationsfunktion  $\Phi_{xy}$  und dem Maximum  $(\Phi_{xx})_{\max}$  der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  innerhalb dieser Intervalle aus.

Der Verschlechterungsindexrechner kann den Mittelwert einer gegebenen Zahl von aufeinanderfolgenden Verschlechterungsindizes  $\Phi_i$  bestimmen, welche in Intervallen berechnet wurden, und kann den Mittelwert als einen endgültigen Verschlechterungsindex ausgeben.

Der Katalysatorzustandsaufnehmer bestimmt vorzugsweise die Katalysatorverschlechterung durch Vergleich vom Referenzwert mit dem letztendlichen Verschlechterungsindex, welcher die aufeinanderfolgenden Verschlechterungsindizes  $\Phi_i$  ersetzt.

Das System kann ferner Aufnehmer für den Betriebszustand der Maschine enthalten, mit denen die Geschwindigkeit der Maschine und/oder die Katalysatortemperatur bestimmt werden können.

Der Verschlechterungsindexrechner berechnet vorzugsweise den letztendlichen Verschlechterungsindex unter Berücksichtigung des Meßergebnisses vom Betriebszustandsaufnehmer als Koeffizienten.

Der Filtersystem umfaßt vorzugsweise einen Hochpaßfilter.

Das Filtersystem umfaßt vorzugsweise einen Bandpaßfilter.

Das System kann fern von einem Drehwinkelaufnehmer erhalten, mit dem bestimmt werden kann, ob die Kurbelwelle in einem vorgegebenen Winkel steht.

Der Korrelationsfunktionsrechner berechnet vorzugsweise die Korrelationsfunktion unter Verwendung von Daten, welche vom vorderen und hinteren Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensor ausgegeben werden, wenn der Drehwinkelaufnehmer anzeigt, daß die Kurbel in einem vorgegebenen Drehwinkel steht.

Das System enthält weiterhin vorzugsweise Betriebsensoren mit einem vorgegebenen zweiten Referenzwert für die Bestimmung der Verschlechterung des vorderen Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensors durch Vergleich des Wertes der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  mit dem zweiten Referenzwert.

Bezüglich eines anderen Aspektes der vorliegenden Erfindung wird ein Überwachungssystem für die Sensorbedingungen geschaffen, wobei das Ausgangssignal des Sensors von der Sensorbedingung an sich abhängt, das einen Autokorrelationsfunktionsrechner für die Berechnung und Ausgabe der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  des Ausgangssignals des Sensors umfaßt; sowie einen Sensorbedingungsaufnehmer umfaßt mit einem vorgegebenen Referenzwert für die Bestimmung der Sensorbedingungen durch Vergleich des Wertes der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  mit dem vorgegebenen Referenzwert.

Das System enthält ferner einen Indexrechner für die Sensorbedingungen, welcher in vorgegebenen Intervallen das Maximum  $(\Phi_{xx})_{\max}$  der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  innerhalb dieser vorgegebenen Intervalle berechnet und der den Mittelwert bestimmt für eine gegebene Zahl von vorhergehenden Maxima  $(\Phi_{xx})_{\max}$  und der den Mittelwert als Index für die Sensorbedingungen ausgibt.

Der Aufnehmer für die Sensorbedingungen bestimmt vorzugsweise die Bedingungen des Sensors durch Vergleich des Index der Sensorbedingungen mit einem Referenzwert.

Das System einer Steuereinheit für die Rückkopplungssteuerung in Abhängigkeit vom Meßergebnis des Sensors kann außerdem ein Filtersystem für die Abschwächung von Signalen im Frequenzband unterhalb der Frequenz des Sensor-Ausgangssignals umfassen.

Der Autokorrelationsfunktionsrechner berechnet vorzugsweise die Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  des Signals, das das Filtersystem durchlaufen hat.

Der Autokorrelationsfunktionsrechner berechnet die Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  unter Verwendung von Daten, die in vorgegebenen Intervallen aus dem Sensor ausgelesen werden.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung ist, daß ein Verfahren geschaffen wird, das die Bedingungen einer Motor-Abgasreinigungseinrichtung mit Katalysator überwacht. Das Verfahren umfaßt:

die Berechnung des Verhältnisses vom Maximum  $(\Phi_{xx})_{\max}$  der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  der gemessenen Daten des Brennstoff/Luft-Gemisches im Abgas vor der Reinigung durch den Katalysator zu dem Maximum  $(\Phi_{xy})_{\max}$  der Kreuzkorrelationsfunktion  $\Phi_{xy}$  zwischen den gemessenen Daten des Brennstoff/Luft-Gemisches im Abgas vor der Reinigung durch den Katalysator und den gemessenen Daten des Brennstoff/Luft-Gemisches im Abgas nach der Reinigung durch den Katalysator; und

die Ermittlung der Katalysatorverschlechterung durch Vergleich des Verhältnisses mit einem vorgegebenen Referenzwert, um damit die Bedingungen der Motor-

Abgasreinigungseinrichtung aufgrund dieser Bestimmung zu überwachen.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es, daß ein Verfahren zur Überwachung der Sensorbedingungen geschaffen wird, das ein Antwortverhalten zeigt, welches sich mit den Sensorbedingungen an sich ändert und welches enthält: die Berechnung des Maximums  $(\Phi_{xx})_{\max}$  der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  des Sensor-Ausgangssignals in bestimmten Zeitintervallen; und die Überwachung der Sensorbedingungen durch Vergleich des Maximums  $(\Phi_{xx})_{\max}$  mit einem Referenzwert.

Die vorderen und hinteren Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensoren erfassen die Sauerstoffkonzentration oder das Brennstoff/Luft-Verhältnis des Abgases vor und nach der Behandlung durch den Katalysator und geben die Werte aus. Das Filtersystem schwächt die Signale mit Frequenzen ab, die niedriger als die Steuerfrequenzen der Brennstoff/Luft-Gemisch-Steuerung sind.

Der Autokorrelationsfunktionsrechner berechnet die Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  des Signals, welches von dem Filtersystem verarbeitet wurde, und gibt es aus. Auf der anderen Seite rechnet der Kreuzkorrelationsfunktionsrechner die Kreuzkorrelationsfunktion  $\Phi_{xy}$  von den Ausgangssignalen des vorderen und des hinteren Brennstoff/Luft-Sensors aus, welche durch das Filtersystem verarbeitet wurden, und gibt sie aus.

Der Verschlechterungsindexrechner berechnet das Verhältnis zwischen dem Maximum  $(\Phi_{xy})_{\max}$  der Kreuzkorrelationsfunktion  $\Phi_{xy}$  innerhalb eines vorgegebenen Intervalls und dem Maximum  $(\Phi_{xx})_{\max}$  der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  innerhalb eines vorgegebenen Intervalls und bestimmt aufeinanderfolgende Verschlechterungsindizes  $\Phi_i$  in den vorgegebenen Intervallen und berechnet den Mittelwert einer gegebenen Zahl von vorhergehenden Verschlechterungsindizes  $\Phi_i$  und gibt ihn aus als letztendlichen Verschlechterungsindex. In diesem Fall kann der Verschlechterungsindexrechner den letztendlichen Verschlechterungsindex berechnen mit dem Meßergebnis des Betriebszustandaufnehmers als Koeffizienten.

Die Erfassungseinrichtung für den Katalysatorzustand vergleicht die aufeinanderfolgenden Verschlechterungsindizes  $\Phi_i$  oder den letztendlichen Verschlechterungsindex mit dem vorgegebenen Referenzwert, um die Katalysatorverschlechterung zu bestimmen.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung soll beschrieben werden. Das Filtersystem schwächt die Signale in einem Frequenzband unterhalb des Steuerfrequenzbandes des Ausgangssignals des Sensors ab.

Der Autokorrelationsfunktionsrechner bestimmt die Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  des Signals, welches vom Filtersystem verarbeitet wurde und gibt in vorbestimmten Intervallen das Maximum  $(\Phi_{xx})_{\max}$  der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  aus.

Der Sensorzustandsindexrechner berechnet den Mittelwert einer Zahl von vorherigen Maxima  $(\Phi_{xx})_{\max}$  und gibt sie als Sensorzustandsindex aus.

Die Erfassungseinrichtung für den Sensorzustand vergleicht die Maxima  $(\Phi_{xx})_{\max}$  oder die Indizes für den Sensorzustand mit vorbestimmten Referenzwerten in vorgegebenen Intervallen, um den Sensorzustand zu bestimmen.

Weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung sind in den Neben- und Unteransprüchen angegeben, die sich auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung beziehen. Die Erfindung wird im folgenden

anhand bevorzugter Ausführungsformen mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm mit dem Aufbau einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 ein Blockdiagramm mit den Symbolen für die vorliegende Erfindung;

Fig. 3 ein Diagramm zur Erläuterung der Wellenformaufnahme in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 Leistungskurven gegen die Frequenz aufgetragen, zur Darstellung der Wirkung des Filtersystems;

Fig. 5 ein Graph zur Darstellung der Ermittlung der Katalysatorverschlechterung; und

Fig. 6 ein Graph zur Bestimmung der Katalysatorverschlechterung.

Zunächst soll das Konzept der vorliegenden Ausführungsform beschrieben werden.

Ein Überwachungssystem wird in der vorliegenden Ausführungsform verwendet für eine Einrichtung, die einen Katalysator 2 enthält, einen vorderen O<sub>2</sub>-Sensor 3 und einen hinteren O<sub>2</sub>-Sensor 4 vor bzw. hinter dem Katalysator 2, die als Brennstoff/Luft-Sensoren dienen, und eine Brennstoffeinspritzsteuerung 7 für die Rückkopplungssteuerung des Brennstoff/Luft-Gemisches, basierend auf den Ausgangssignalen der O<sub>2</sub>-Sensoren 3 und 4.

Die vorderen und hinteren O<sub>2</sub>-Sensoren 3 und 4, welche Zirkon, Titan usw. enthalten, werden in der vorliegenden Ausführungsform als Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensoren verwendet. Kohlenwasserstoffsensoren können als Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensoren verwendet werden. Einige Kohlenwasserstoffsensoren nutzen die Absorption von Infrarotstrahlen aus.

Im folgenden wird die Steuerung des Überwachungssystems der vorliegenden Erfindung beschrieben.

Die Brennstoffeinspritzung 7 umfaßt einen Brennstoffeinspritzrechner 9, eine Ausgabe 10 und einen Brennstoff/Luft-Gemisch-Rückkopplungsrechner 8. Der Einspritzrechner 9 bestimmt die Grundmenge F<sub>0</sub> der Brennstoffeinspritzung über einen Sensor 5, der die Last der Maschine mißt (beispielsweise die einströmende Menge Q<sub>a</sub> des Brennstoff/Luft-Gemisches), und über einen Sensor 6, der die Maschinengeschwindigkeit N<sub>e</sub> entsprechend der Gleichung 1 bestimmt:

$$F_0 = k_0 Q_a / N_e \quad (1),$$

wobei F<sub>0</sub> die Grundmenge des eingespritzten Brennstoffes bedeutet; Q<sub>a</sub> die Menge der einströmenden Luft bedeutet; und N<sub>e</sub> die Motorgeschwindigkeit bedeutet. Auf der anderen Seite nimmt der Brennstoff/Luft-Gemisch-Rückkopplungsrechner 8 das Ausgangssignal des Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensors 3 (im folgenden vorderer O<sub>2</sub>-Sensor) auf, welcher oberhalb des Katalysators 2 in einer bestimmten Entfernung angebracht ist und ein Regelsignal ausgibt, das vom Meßwert des Sensors 3 abhängt.

Der Rechner 9 für die einzuspritzende Brennstoffmenge bestimmt die Einspritzmenge F aus der einzuspritzenden Grundmenge des Brennstoffs F<sub>0</sub> nach Gleichung 2 unter Beachtung des Korrektursignals α. Die so bestimmte Kraftstoffeinspritzmenge wird durch die Ausgabereinheit 10 in ein Spannungssignal umgewandelt und wird dann als solches an die Kraftstoffeinspritzung angelegt.

$$F = k_0 Q_a / N_e \cdot (1 + \alpha) \quad (2)$$

worin F die Kraftstoffeinspritzmenge bezeichnet, Q<sub>a</sub> die einströmende Menge, N<sub>e</sub> die Motorgeschwindigkeit bezeichnet und α das Korrektursignal bedeutet, welches größer oder kleiner wird, je nach größer oder kleiner Sauerstoffkonzentration im Abgas.

Das Brennstoff/Luft-Gemisch oberhalb des Katalysators 2 wird ständig auf einem Wert um den stöchiometrischen Wert herum gehalten.

Das Überwachungssystem der vorliegenden Ausführungsform nutzt die Änderung des Brennstoff/Luft-Gemisches, die bei einer Rückkopplungssteuerung des Brennstoff/Luft-Gemisches als ein Testsignal für die Überwachung der Verschlechterung des Katalysators etc. auftritt. Wenn der Katalysator 2 sich nicht verschlechtert hat, sind die Schwankungen des Brennstoff/Luft-Gemisches unterhalb des Katalysators 2 geringer, die durch Oxidation und Reduktion durch den Katalysator auftreten. Wenn der Katalysator 2 sich verschlechtert, werden die Schwankungen in dem Brennstoff/Luft-Gemisch unterhalb des Katalysators 2 ähnlich denen oberhalb davon, da HC, NO<sub>x</sub> und dergleichen ungehindert durch den Katalysator 2 hindurchtreten. Auf diese Art wird die Verschlechterung des Katalysators überwacht, basierend auf der Ähnlichkeit der Änderung des Brennstoff/Luft-Gemisches oberhalb und unterhalb des Katalysators.

Die Haupteigenschaft der vorliegenden Erfindung ist, daß die Verschlechterungsüberwachung 11 die Ähnlichkeit anhand der Korrelationsfunktion bestimmt.

Die Verschlechterungsüberwachung 11 umschließt ein Filtersystem 12, welches erstens aus dem Ausgangssignal des vorderen und des hinteren O<sub>2</sub>-Sensors 3 bzw. 4 die Signale aussondert, welche nicht in direktem Zusammenhang mit der Verschlechterung des Katalysators 2 stehen, so z. B. Gleichstromkomponenten bzw. Komponenten, die bei der Bestimmung der Korrelationsfunktion zu Fehlern führen können.

Das Filtersystem 12 ist vorzugsweise ein Differentialfilter, Hochpaßfilter oder Bandpaßfilter. Die Signale des vorderen und hinteren O<sub>2</sub>-Sensors 3 bzw. 4 werden im folgenden durch die Buchstaben x und y bezeichnet.

Die Autokorrelationsfunktion Φ<sub>xx</sub> des Ausgangssignals des vorderen O<sub>2</sub>-Sensors 3 wird entsprechend der Gleichung 3 berechnet, und zwar durch den Autokorrelationsfunktionsrechner 13. Die Kreuzkorrelationsfunktion Φ<sub>xy</sub> von dem Ausgangssignal x des vorderen O<sub>2</sub>-Sensors 3 und von dem Ausgangssignal y des hinteren O<sub>2</sub>-Sensors 4 wird entsprechend Gleichung 4 durch den Kreuzkorrelationsfunktionsrechner 14 berechnet.

$$\Phi_{xx}(\tau) = \int x(t)x(t+\tau)dt \quad (3)$$

$$\Phi_{xy}(\tau) = \int x(t)y(t+\tau)dt \quad (4).$$

Das Maximum (Φ<sub>xy</sub>)<sub>max</sub> von Φ<sub>xy</sub> und das Maximum (Φ<sub>xx</sub>)<sub>max</sub> von Φ<sub>xx</sub> werden bestimmt durch Änderung der Phase τ in dem Integrationsbereich 0 bis T der Korrelationsfunktion. Verschlechterung des Katalysators 2 und des vorderen O<sub>2</sub>-Sensors 3 wird mittels dieser Werte bestimmt.

Ob der Katalysator 2 sich verschlechtert hat oder nicht, wird bestimmt von dem Katalysatorverschlechterungsaufnehmer 16, der die aufeinanderfolgenden Verschlechterungsindizes Φ<sub>i</sub> entsprechend Gleichung 5 bestimmt und die berechneten Indizes mit einem vorgegebenen Referenzwert vergleicht.

$$\Phi_i = (\Phi_{xy})_{\max} / (\Phi_{xx})_{\max} \quad (5).$$

Wenn sich der Katalysator verschlechtert hat, steigen die aufeinanderfolgenden Indizes  $\Phi_i$  (gegen 1), da die Schwankungen des Brennstoff/Luft-Gemisches oberhalb und unterhalb des Katalysators 2 immer ähnlicher werden.

Ob sich auf der anderen Seite der vordere O<sub>2</sub>-Sensor 3 verschlechtert hat, wird bestimmt von dem Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensorverschlechterungsaufnehmer 15, der die Verschlechterung des vorderen O<sub>2</sub>-Sensors über  $(\Phi_{xx})_{\max}$  als Verschlechterungsindex bestimmt. Wenn sich der vordere O<sub>2</sub>-Sensor 3 verschlechtert, sinkt das Maximum  $(\Phi_{xx})_{\max}$ , da sich die Antwort des Sensors 3 verzögert. Entsprechend kann die Verschlechterung durch den Vergleich des angezeigten Maximums mit einem vorgegebenen Referenzwert bestimmt werden. Die Leistungsspektren des Ausgangssignals des vorderen O<sub>2</sub>-Sensors 3 vor und nach der Verschlechterung sind in Abhängigkeit von der Frequenz in Fig. 4 dargestellt. Man stellt fest, daß die Spitzen der Spektren zu niedrigeren Frequenzen verschoben werden und daß die Antwortgeschwindigkeit niedrig ist, wenn sich der Sensor verschlechtert.

Das Überwachungssystem in der vorliegenden Ausführungsform wird nun in weiteren Einzelheiten beschrieben.

Die Überwachungseinrichtung an sich enthält im wesentlichen einen einzelnen Mikrocomputer mit A/D-Wandler und einen Hochpaßfilter.

Der Hochpaßfilter entspricht dem Wellenformaufnehmer 12A und 12B in Fig. 1.

Der Mikrocomputer wird entsprechend abgespeicherter Software für die oben genannten Funktionen wie Autokorrelationsfunktionsberechnung 13 und Katalysatorverschlechterungsbestimmung 16 betrieben.

Dabei ist zu beachten, daß der Aufbau der Hardware der vorliegenden Erfindung nicht nur auf den oben genannten Aufbau beschränkt ist.

Der Betrieb des Überwachungssystems wird nun mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben. In der Zeichnung werden Komponenten mit gleicher Funktion wie in Fig. 1 mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

Es wird der Betrieb beschrieben, in dem bestimmt wird, ob sich der Katalysator 2 verschlechtert hat oder nicht.

Das Ausgangssignal 114 des vorderen O<sub>2</sub>-Sensors 3 (im folgenden vorderes O<sub>2</sub>-Sensor-Signal) und das Ausgangssignal 102 des hinteren O<sub>2</sub>-Sensors 4 (im folgenden hinteres O<sub>2</sub>-Sensor-Signal) werden durch den A/D-Konverter 18 synchron miteinander in Digitaldaten gewandelt.

Gleichstromanteile, welche bei der Überwachung störend wirken könnten, werden durch Hochpaßfilter aus den entsprechenden Signalen ausgesiebt (Blöcke 12A und 12B). Beide Filter (12A und 12B) haben die gleichen Eigenschaften. Beispiele für die Filterung werden in Fig. 3 gezeigt. Obwohl die Gleichstromanteile in dem Spannungssignal der O<sub>2</sub>-Sensoren eliminiert wurden, wird die Kontrolldauer beibehalten. Die Leistungsspektren dieser Signale in Abhängigkeit von der Frequenz sind in Fig. 4 dargestellt. Anteile mit niedrigerer Frequenz als der Frequenz des Brennstoff/Luft-Gemisch-Rückkopplungssignals, die die Überwachung stören könnten, werden aus beiden Signalen herausgesiebt.

Obgleich nur niedrigere Frequenzen in der vorliegenden Ausführungsform herausgesiebt werden, können Komponenten mit höheren Frequenzen als der Frequenz der Brennstoff/Luft-Gemisch-Rückkopplungssteuerung eliminiert werden durch Bandpaßfilter. In

diesem Fall kann eine genauere Bestimmung vorgenommen werden. Das Frequenzband für die Berechnung der Korrelationsfunktion nur ein Frequenzband mit bestimmter Breite darstellt, einschließlich der Frequenz der Brennstoff/Luft-Gemisch-Rückkopplungssteuerung. Rückkopplungssteuerung des Brennstoff/Luft-Gemisches wird normalerweise mit einer Periode von 0,5 bis 2 Sekunden durchgeführt.

Nachfolgend wird die Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  des Signals  $x(t)$  105 des vorderen O<sub>2</sub>-Sensor-Signals 114 zum Zeitpunkt  $\tau = 0$  bestimmt (Block 13). Der Grund, warum  $\Phi_{xx}(0)$  zu diesem Zeitpunkt bestimmt wird, ist daß die Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  ihr Maximum  $(\Phi_{xx})_{\max}$  bei  $\tau = 0$  einnimmt.

Die Kreuzkorrelationsfunktion  $\Phi_{xy}(\tau)$  ergibt sich aus den Signalen  $x(t)$  und  $y(t)$  des vorderen bzw. hinteren O<sub>2</sub>-Sensor-Signals 114 und 102. Integriert wird über die Zeit  $T$  (Block 14). Die Integrationszeit wird vorläufig festgesetzt, so daß die Schwankungen der Motorgeschwindigkeit einen bestimmten Bereich in der Zeit nicht überschreiten. Der Grund dafür liegt darin, daß eine genaue Überwachung nicht während großer Beschleunigung bzw. großer Abbremsung möglich ist.

Das Maximum  $(\Phi_{xy})_{\max}$  von  $\Phi_{xy}(\tau)$  innerhalb des Integrationsbereiches  $T$  wird ermittelt und der folgende Verschlechterungsindex  $\Phi_i$  ( $= (\Phi_{xy})_{\max} / \Phi_{xx}(0)$ , siehe Gleichung 5) wird mit Hilfe des  $\max$  berechnet.  $\Phi_i$  ergibt sich aus den tatsächlich vorliegenden Daten, da die Phase  $\tau$  des folgenden Verschlechterungsindex  $\Phi_i$ ; d. h. die Phase  $\tau$ , bei welcher  $(\Phi_{xy}) / \Phi_{xx}(0)$  ihr Maximum einnimmt, sich mit den Betriebsbedingungen und abhängig vom Fahrzeugmodell ändert.

$\Phi_i$  wird im RAM-Speicher abgespeichert.  $\Phi_{i+1}$  wird bei der nächsten Integration auf die gleiche Art ermittelt.

Der Mittelwert von  $\Phi_i$  wird durch wiederholte Ausführung der obigen Rechnung ermittelt. Der so bestimmte Mittelwert entspricht dem letztendlichen Verschlechterungsindex  $I$  des Katalysators 2. Bei der Berechnung dieses Index  $I$  werden auch die Korrekturkoeffizienten  $k_1$  und  $k_2$  berücksichtigt, die von mehreren Betriebsbedingungsparametern abhängen (Block 16B, 16C und 16D, Gleichung 6).

$$I = (\sum k_1 k_2 \Phi_i) / n \quad (6).$$

Darin bedeutet  $I$  den letztendlichen Verschlechterungsindex,  $k_1$  den Korrekturfaktor für die Motorlast,  $k_2$  den Korrekturfaktor für die Katalysatortemperatur,  $\Phi_i$  den nachfolgenden Verschlechterungsindex und  $n$  die Zahl der Messungen.

Der nachfolgende Verschlechterungsindex  $\Phi_i$  steigt mit steigender Last an dem Motor. Um dieses zu korrigieren, steigt dementsprechend  $k_1$  mit steigender Last. Umgekehrt sinkt  $k_1$  mit sinkender Last.

Der nachfolgende Verschlechterungsindex steigt mit steigender Katalysatortemperatur. Um dieses zu korrigieren, steigt  $k_2$  mit der Katalysatortemperatur und umgekehrt sinkt  $k_2$  mit sinkender Katalysatortemperatur.

$k_1$  und  $k_2$  sind vorab in einem ROM-Speicher abgespeichert. Die Temperatur des Katalysators wird von einem Temperatursensor 61 gemessen. Die Last kann durch die Sensoren 5, 6 usw. bestimmt werden.

Danach wird die Verschlechterung dadurch bestimmt, daß der letztendliche Verschlechterungsindex  $I$  mit einem vorgegebenen Wert  $I_D$  verglichen wird. Wenn die letztendliche Verschlechterung  $I$  größer als der Wert  $I_D$  ist, wird dies als Verschlechterung des Katalysators registriert (Block 16E).

Der Grund für die Verwendung des Mittelwertes der Verschlechterungsindizes  $\Phi_i$ , d. h. des letztendlichen Verschlechterungsindex I, liegt darin, daß sich die Indizes  $\Phi_i$  in Abhängigkeit von der Motorgeschwindigkeit und -last verändern, wie in Fig. 6 gezeigt ist. Mit anderen Worten werden die aufeinanderfolgenden Verschlechterungsindizes  $\Phi_i$  bei bestimmter Motorgeschwindigkeit oder bestimmter Last bestimmt und dann akkumuliert. Der Mittelwert der akkumulierten Werte  $\Phi_i$  ergibt dann den letztendlichen Verschlechterungsindex I. Dadurch wird die Bestimmung der Verschlechterung über einen gesamten Betriebsbereich ermöglicht. Wenn jedoch die Betriebsbedingungen in irgendeiner Weise eingeschränkt sind (beispielsweise bei ständig gleichem Betrieb), so kann auch der nachfolgende Verschlechterungsindex  $\Phi_i$  zur Berechnung verwendet werden.

Im folgenden wird beschrieben, wie bestimmt wird, ob der vordere O<sub>2</sub>-Sensor 3 sich verschlechtert hat oder nicht.

Die Bestimmung basiert auf lediglich der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  des vorderen O<sub>2</sub>-Sensor-Signals. Die Autokorrelationsfunktion nimmt ihr Maximum  $(\Phi_{xx})_{\max}$  bei  $\tau = 0$  ein, wie oben bereits erwähnt. Der Wert des Maximums  $(\Phi_{xx})_{\max}$  sinkt, wenn der vordere O<sub>2</sub>-Sensor 3 sich verschlechtert. Das hängt damit zusammen, daß der O<sub>2</sub>-Sensor in der vorliegenden Ausführungsform bei fortlaufender Verschlechterung in Mitleidenschaft gezogen wird.

Dementsprechend kann eine Verschlechterung des vorderen O<sub>2</sub>-Sensors 3 durch Bestimmung des Maximums  $(\Phi_{xx})_{\max}$  und Vergleich desselben mit einem vorgegebenen Wert ermittelt werden.

Wenn niedrigere Frequenzen als die der Brennstoff/Luft-Gemisch-Rückkopplungssteuerung vor der Berechnung der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  ähnlich wie beim Katalysator ausgesiebt werden, können Fehlerraten verringert werden.

Die Leistungsspektren vor und nach dem Aussieben von niedrigeren Frequenzen sind in Fig. 4 dargestellt.

Obgleich die Maxima  $(\Phi_{xx})_{\max}$  direkt verwendet werden, kann auch der Mittelwert der Maxima  $(\Phi_{xx})_{\max}$  zur Berechnung herangezogen werden, ähnlich wie der letztendliche Verschlechterungsindex I zur Bestimmung der Verschlechterung des Katalysators 2 herangezogen wird.

Die für den vorderen O<sub>2</sub>-Sensor 3 beschriebene Vorgehensweise (der vordere O<sub>2</sub>-Sensor 3 kann sich sehr leicht verschlechtern) ist ebenso anwendbar auf den hinteren O<sub>2</sub>-Sensor 4 und auch auf verschiedene andere Sensoren, deren Verhalten sich aufgrund von Verschlechterung oder dergleichen ändern kann.

Die Aufnahme von Daten des vorderen und hinteren O<sub>2</sub>-Sensors 3 bzw. 4 kann in vorgegebenen Zeitintervallen durchgeführt werden. Alternativ kann die Aufnahme von Daten auch bei vorgegebenen Winkeln der Kurbelwelle durchgeführt werden, welche durch Winkelsensoren ermittelt werden. Die Berechnung der Korrelationsfunktion für die Entscheidung, ob der Katalysator 2 sich verschlechtert hat oder nicht, wird vorzugsweise mit Daten ausgeführt, die die Sensoren 3 und 4 bei vorgegebenen Winkeln der Kurbelwelle ausgeben. Dies ist deswegen günstig, weil sich die Frequenz der Brennstoff/Luft-Gemisch-Rückkopplungssteuerung in Abhängigkeit von der Motorgeschwindigkeit ändert, obgleich niedrigere Frequenzen als die Frequenzen der Brennstoff/Luft-Gemisch-Rückkopplungssteuerung herausgesiebt wurden, wie es oben für die Ermittlung der Ver-

schlechterung des Katalysators 2 beschrieben wurde. Mit anderen Worten, es ist keine Korrektur notwendig, da die Aufnahme nicht durch die Motorgeschwindigkeit beeinflusst wird, wenn die Aufnahme bei vorbestimmten Winkeln der Kurbelwelle durchgeführt wird. Dies ist jedoch der Fall, wenn die Daten in bestimmten Intervallen aufgenommen werden. Auf der anderen Seite hängt die Verschlechterung des vorderen O<sub>2</sub>-Sensors 3 nur von der Betriebsbedingung des Sensors 3 an sich ab und wird nicht durch die Motorgeschwindigkeit beeinflusst. Vorzugsweise wird die Autokorrelationsfunktion berechnet mit Daten, welche innerhalb vorgegebener Intervalle aufgenommen werden, um die Verschlechterung des vorderen O<sub>2</sub>-Sensors 3 zu bestimmen, da die Zeit  $\tau$  direkt eingeht.

In den oben erwähnten Ausführungsformen kann die Verschlechterung des Katalysators, welcher die Abgase des Motors reinigt, und die der Brennstoff/Luft-Sensoren (in der vorliegenden Ausführungsform Sauerstoffsensoren) beim Normalbetrieb des Motors überwacht werden. Da Korrelationsfunktionen für die Bestimmung der Ähnlichkeit von Signalen verwendet werden, ist die vorliegende Erfindung weniger abhängig von Rauschen als eine Einrichtung, welche Frequenz, Amplitude usw. nutzt, und die Erfindung ermöglicht eine höhere Genauigkeit durch die Verwendung von Filtern etc. zur Eliminierung von Störungen.

Wie oben beschrieben, kann die Verschlechterung eines Katalysators zur Motorabgasreinigung und die Verschlechterung von Sensoren während des Normalbetriebes ermittelt werden.

#### Patentansprüche

1. System für die Überwachung einer Motor-Abgasreinigungseinrichtung (2) für die katalytische Reinigung von Abgasen eines Motors (1) mit einer Brennstoff/Luft-Gemisch-Steuerungseinheit (9) zur Anpassung der Luftinjektionsmenge in Abhängigkeit von der Konzentration des Sauerstoffs oder des Brennstoff/Luft-Gemisches im Abgas, so daß das Brennstoff/Luft-Gemisch im Abgas gleich bleibt, wobei das System dadurch gekennzeichnet ist, daß es umfaßt:

einen vorderen Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensor (3) für die Erfassung der Sauerstoffkonzentration oder des Brennstoff/Luft-Gemisches im Abgas vor der Reinigung durch den Katalysator (2);  
einen hinteren Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensor (4) für die Erfassung der Sauerstoffkonzentration oder des Brennstoff/Luft-Gemisches im Abgas nach der Reinigung durch den Katalysator (2);  
ein Filtersystem (12A, B) für die Abschwächung von Signalen mit Frequenzen unterhalb des Frequenzbandes der Brennstoff/Luft-Gemisch-Steuerung in den Ausgangssignalen der vorderen (3) und hinteren (4) Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensoren;  
ein Korrelationsfunktionsrechner (13, 14) für die Berechnung der Korrelationsfunktionen der Ausgangssignale des Filtersystems (12A, B); und  
Katalysatorzustandsaufnehmer (16) für die Bestimmung der Katalysatorverschlechterung in Abhängigkeit vom Wert der Korrelationsfunktion, wobei die Motorabgasreinigungseinrichtung (2) mittels der Katalysatorverschlechterung überwacht wird, welche durch den Katalysatorzustandsaufnehmer (16) ermittelt wird.

2. Ein System zur Überwachung einer Motorabgas-



reinigungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Korrelationsfunktionsrechner (13, 14) umfaßt:

- einen Autokorrelationsfunktionsrechner (13) zur Berechnung und Ausgabe der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  eines Signals vom vorderen Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensor (3), das das Filtersystem (12A, B) durchlaufen hat;
- einen Kreuzkorrelationsfunktionsrechner (14) für die Berechnung und Ausgabe der Kreuzkorrelationsfunktion  $\Phi_{xy}$  der Kreuzkorrelation zwischen den Signalen vom vorderen (3) und hinteren (4) Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensor, die im Filtersystem (12A, B) gefiltert wurden; und
- einen Verschlechterungsindexrechner für die Ausgabe des Verhältnisses zwischen der Kreuzkorrelationsfunktion  $\Phi_{xy}$  und der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  als folgender Verschlechterungsindex  $\Phi_i$ ; wobei der Katalysatorzustandsaufnehmer (16) einen vorgegebenen Referenzwert hat und die Verschlechterung des Katalysators (2) bestimmen kann durch Vergleich des Referenzwertes mit dem folgenden Verschlechterungsindex  $\Phi_i$ .

3. Ein System für die Überwachung einer Motor-Abgasreinigungseinrichtung (2) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Verschlechterungsindexrechner das Verhältnis zwischen dem Maximum  $(\Phi_{xy})_{\max}$  der Kreuzkorrelationsfunktion  $\Phi_{xy}$  und dem Maximum  $(\Phi_{xx})_{\max}$  der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  in einem vorgegebenen Intervall als den folgenden Verschlechterungsindex  $\Phi_i$  in vorgegebenen Intervallen ausgibt.

4. Ein System zur Überwachung einer Motor-Abgasreinigungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Verschlechterungsindexrechner den Mittelwert von einer gegebenen Anzahl von aufeinanderfolgenden Verschlechterungsindizes  $\Phi_i$  berechnen kann, welche in Intervallen bestimmt wurden, und den Mittelwert als letztendlichen Verschlechterungsindex ausgeben kann; der Katalysatorzustandsaufnehmer so eingerichtet ist, daß die Verschlechterung des Katalysators durch Vergleich des Referenzwertes mit dem letztendlichen Verschlechterungsindex, der den nachfolgenden Verschlechterungsindex  $\Phi_i$  ersetzt, bestimmen kann.

5. Ein System zur Überwachung einer Motor-Abgasreinigungseinrichtung nach Anspruch 4, das weiterhin einen Motorbetriebszustandsaufnehmer für die Ermittlung der Motorgeschwindigkeit und/oder der Katalysatortemperatur enthält, dadurch gekennzeichnet, daß der Verschlechterungsindexrechner so eingerichtet ist, daß er den letztendlichen Verschlechterungsindex berechnen kann, wobei er das Meßergebnis des Betriebszustandsaufnehmers als Koeffizienten nimmt.

6. Ein System zur Überwachung einer Motor-Abgasreinigungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtersystem einen Hochpaßfilter enthält.

7. Ein System zur Überwachung einer Motor-Abgasreinigungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtersystem einen Bandpaßfilter enthält.

8. Ein System zur Überwachung einer Motor-Abgasreinigungseinrichtung nach Anspruch 1, das außerdem einen Kurbelwellenwinkel aufnehmer für den Vergleich des Kurbelwellenwinkels mit einem

vorgegebenen Winkel enthält, dadurch gekennzeichnet, daß der Korrelationsfunktionsrechner so eingerichtet ist, daß er die Korrelationsfunktion mit den Ausgangsdaten des vorderen und hinteren Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensors berechnen kann, die ausgegeben werden, wenn der Kurbelwellenwinkel aufnehmer anzeigt, daß die Kurbelwelle einen bestimmten Winkel erreicht hat.

9. Ein System zur Überwachung einer Motor-Abgasreinigungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß es außerdem einen Sensorzustandsaufnehmer umfaßt, der einen vorgegebenen zweiten Referenzwert hat, zur Bestimmung der Verschlechterung des vorderen Brennstoff/Luft-Gemisch-Sensors mittels Vergleich des Wertes der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  mit dem zweiten Referenzwert.

10. Ein System für die Überwachung eines Sensors mit einer Ausgangssignalcharakteristik, die sich in Abhängigkeit vom Sensorzustand an sich ändert, dadurch gekennzeichnet, daß es umfaßt:

einen Autokorrelationsfunktionsrechner für die Berechnung und Ausgabe der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  des Ausgangssignals des Sensors; und einen Sensorzustandsaufnehmer mit einem vorgegebenen Referenzwert für die Zustandsbedingung des Sensors über den Vergleich des Wertes der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  mit dem vorgegebenen Referenzwert.

11. Ein System zur Überwachung eines Sensors nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß es außerdem einen Sensorzustandsindex-Rechner umfaßt, welcher innerhalb vorgegebener Intervalle das Maximum  $(\Phi_{xx})_{\max}$  der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  berechnet, welcher in die Berechnung des Mittelwerts einer gegebenen Anzahl von vorherigen Maxima  $(\Phi_{xx})_{\max}$  eingeht und in die Ausgabe des Mittelwertes als Sensorzustandsindex; wobei der Sensorzustandsaufnehmer so eingerichtet ist, daß er den Zustand des Sensors durch Vergleich des Sensorzustandsindex mit dem Referenzwert ermittelt.

12. Ein System zur Überwachung eines Sensors, welcher in einer Steuereinheit zur Rückkopplungssteuerung einer Meßgröße verwendet wird, welche von dem Sensor entsprechend dem Meßergebnis des Sensors nach Anspruch 10 aufgenommen wird, dadurch gekennzeichnet, daß es außerdem ein Filtersystem umfaßt, welches Signale in einem Frequenzband unterhalb der Steuerfrequenz der Steuerung der Ausgangssignale des Sensors abschwächt;

der Autokorrelationsfunktionsrechner so eingerichtet ist, daß er die Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  für das Ausgangssignal des Filtersystems berechnen kann.

13. Ein System für die Überwachung einer Motor-Abgasreinigungseinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtersystem einen Hochpaßfilter enthält.

14. Ein System für die Überwachung einer Motor-Abgasreinigungseinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtersystem einen Bandpaßfilter enthält.

15. Ein System zur Überwachung eines Sensors nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Autokorrelationsfunktionsrechner die Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  mittels Daten berechnet,

die in vorgegebenen Intervallen vom Sensor ausgegeben werden.

16. Ein Verfahren zur Überwachung einer Motor-Abgasreinigungseinrichtung mit Katalysator, dadurch gekennzeichnet, daß es umfaßt:

Berechnung des Verhältnisses vom Maximum  $(\Phi_{xx})_{\max}$  der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  der Meßdaten des Brennstoff/Luft-Gemisches im Abgas vor der Reinigung durch den Katalysator zum Maximum  $(\Phi_{xy})_{\max}$  der Kreuzkorrelationsfunktion  $\Phi_{xy}$  zwischen den Meßdaten des Brennstoff/Luft-Gemisches im Abgas vor der Reinigung durch den Katalysator und der Meßdaten des Brennstoff/Luft-Gemisches im Abgas nach der Reinigung durch den Katalysator; und Bestimmung der Katalysatorverschlechterung durch Vergleich des Verhältnisses mit einem vorgegebenen Referenzwert, um die Motor-Abgasreinigungseinrichtung aufgrund dieser Bestimmung zu überwachen.

17. Ein Verfahren zur Überwachung eines Sensors mit einer Ausgabecharakteristik, welche sich mit den Betriebsbedingungen des Sensors an sich ändert, dadurch gekennzeichnet, daß es umfaßt: Berechnung des Maximums  $(\Phi_{xx})_{\max}$  der Autokorrelationsfunktion  $\Phi_{xx}$  des Ausgangssignals des Sensors innerhalb bestimmter Intervalle; und Bestimmung der Bedingung eines Sensors durch Vergleich des Maximums  $(\Phi_{xx})_{\max}$  mit einem Referenzwert.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

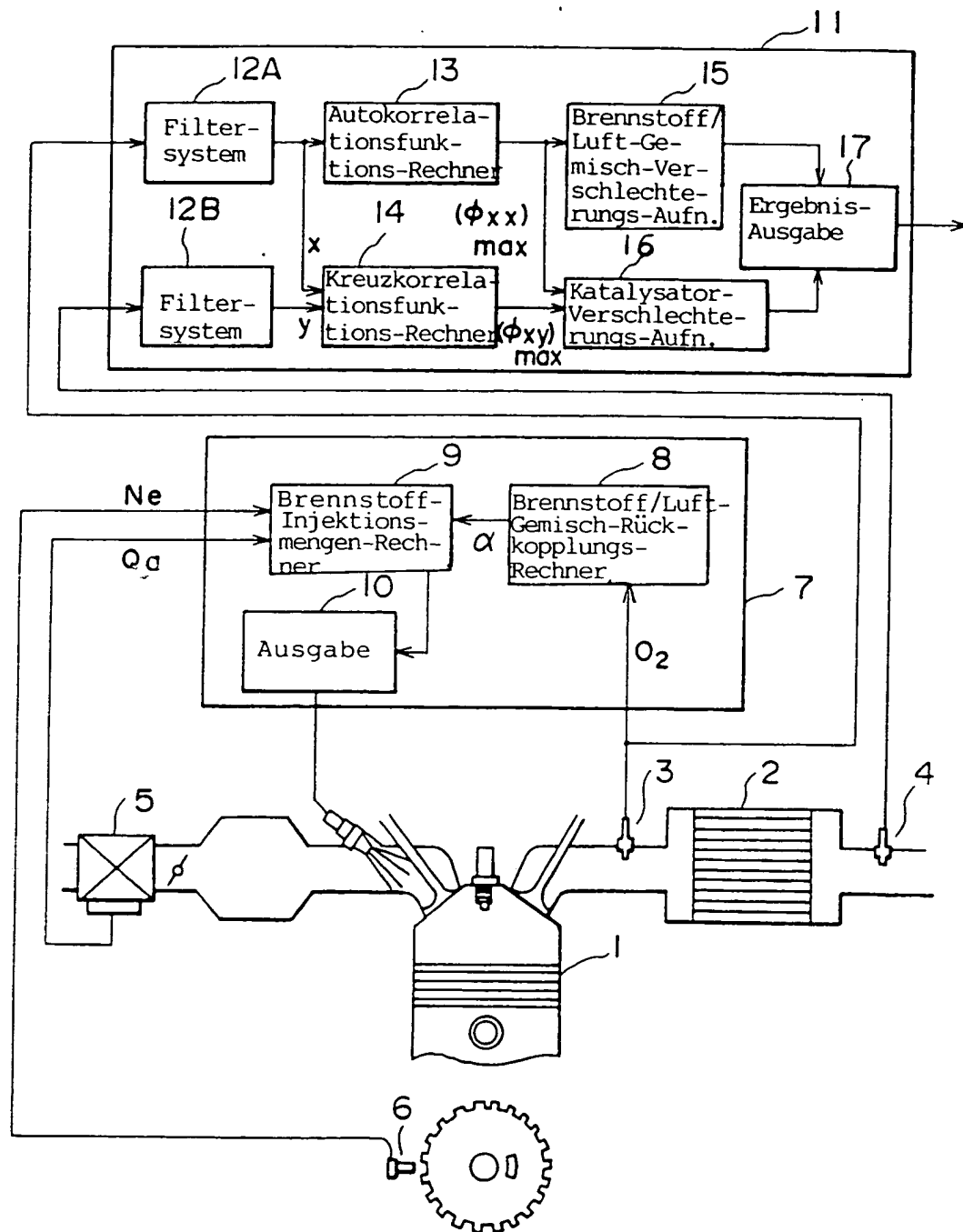
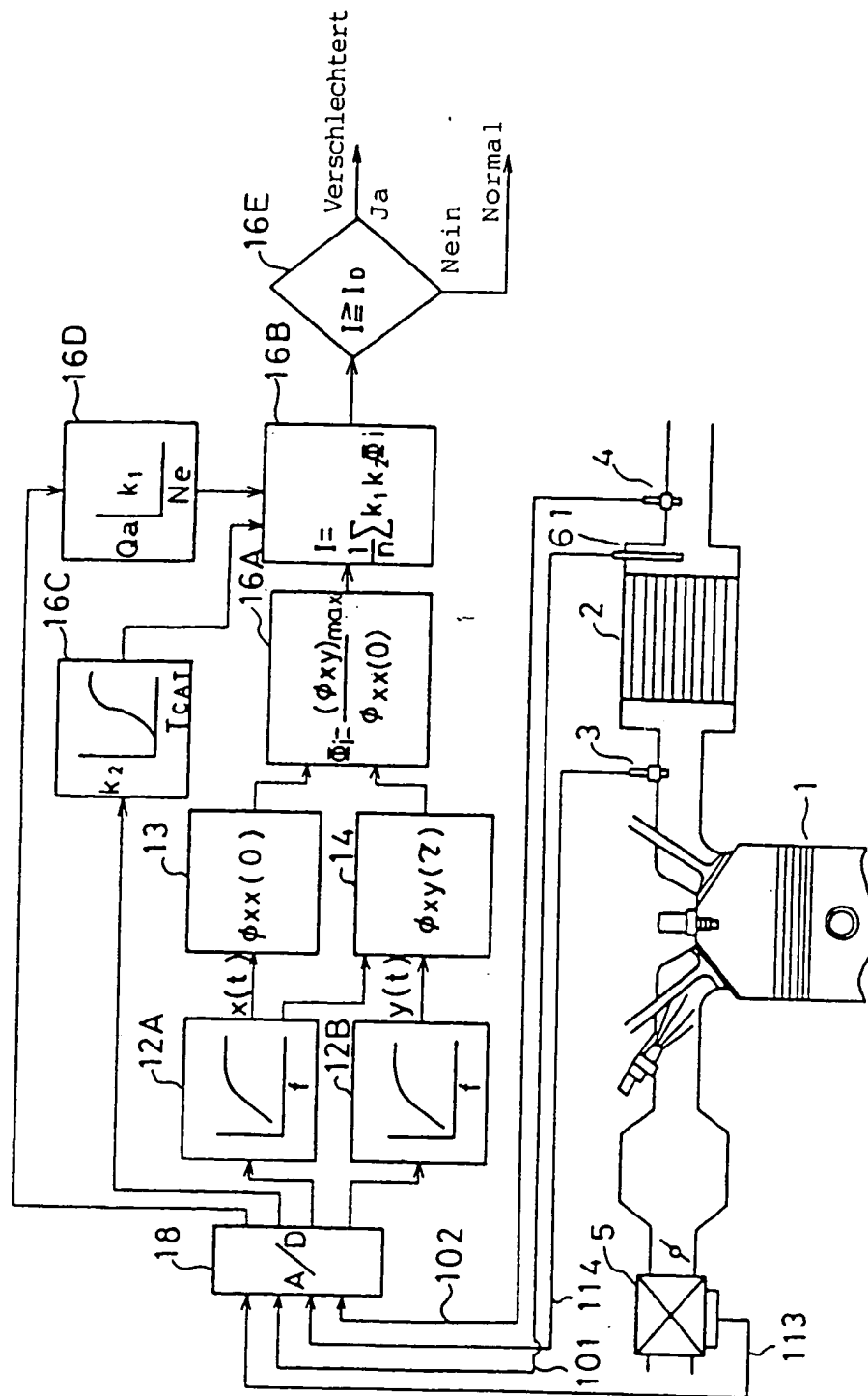


FIG. 2



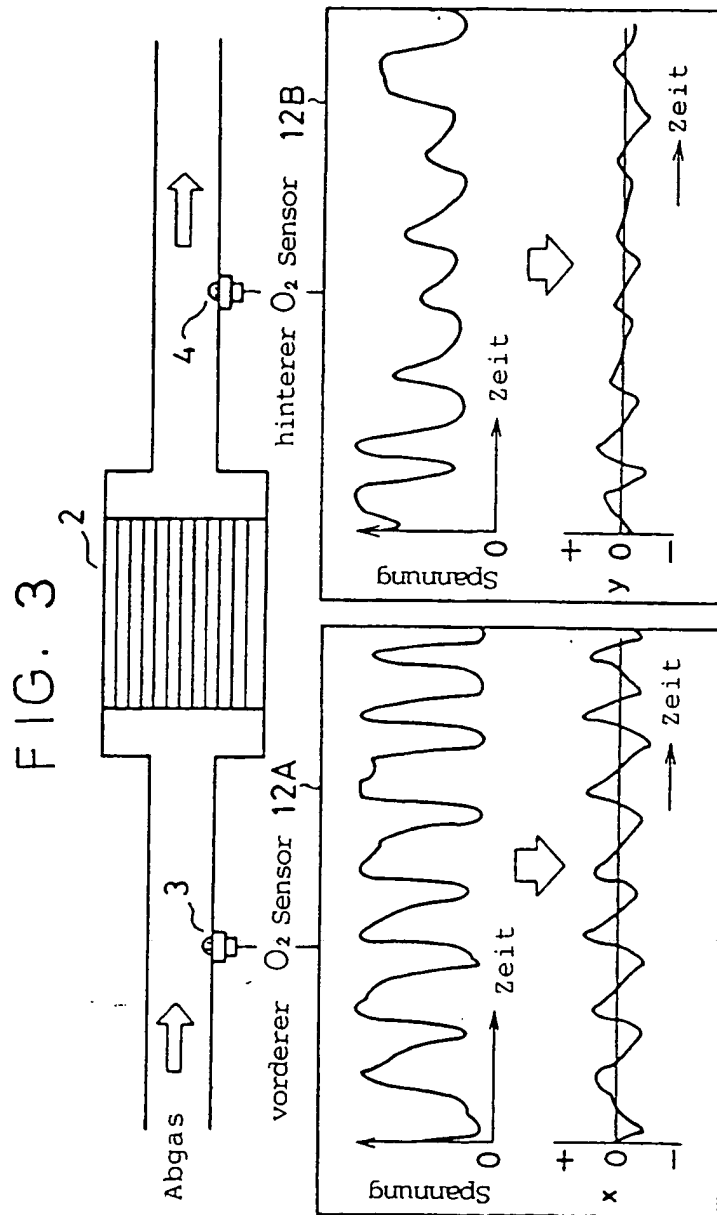


FIG. 4

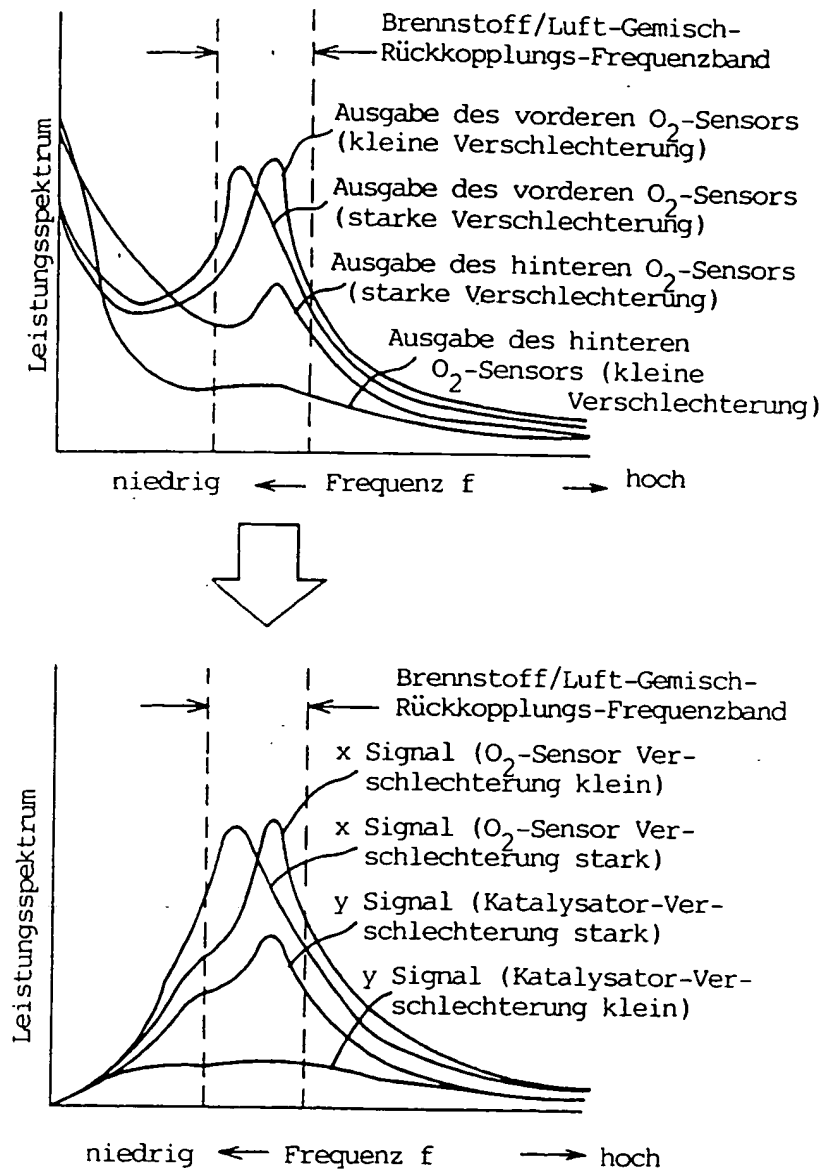


FIG. 5

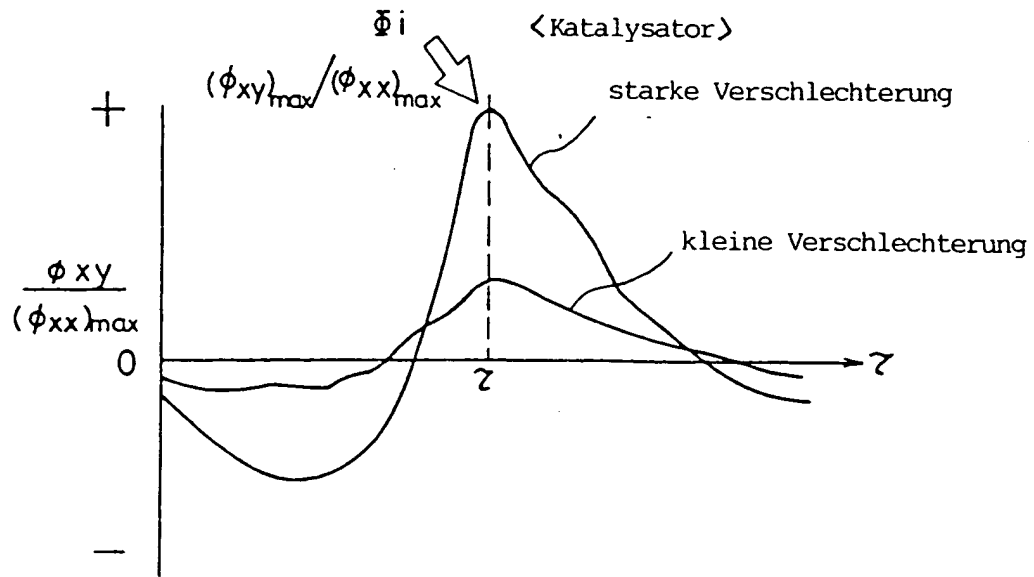
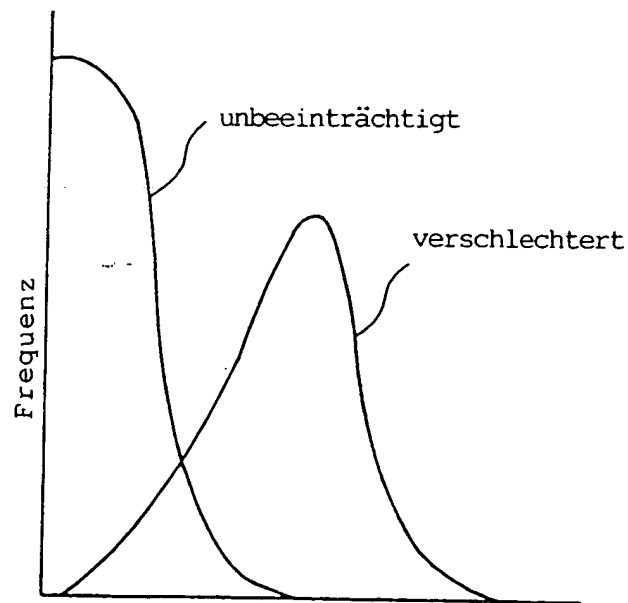


FIG. 6



nachfolgender  
Verschlechterungsindex  $\Phi_i$